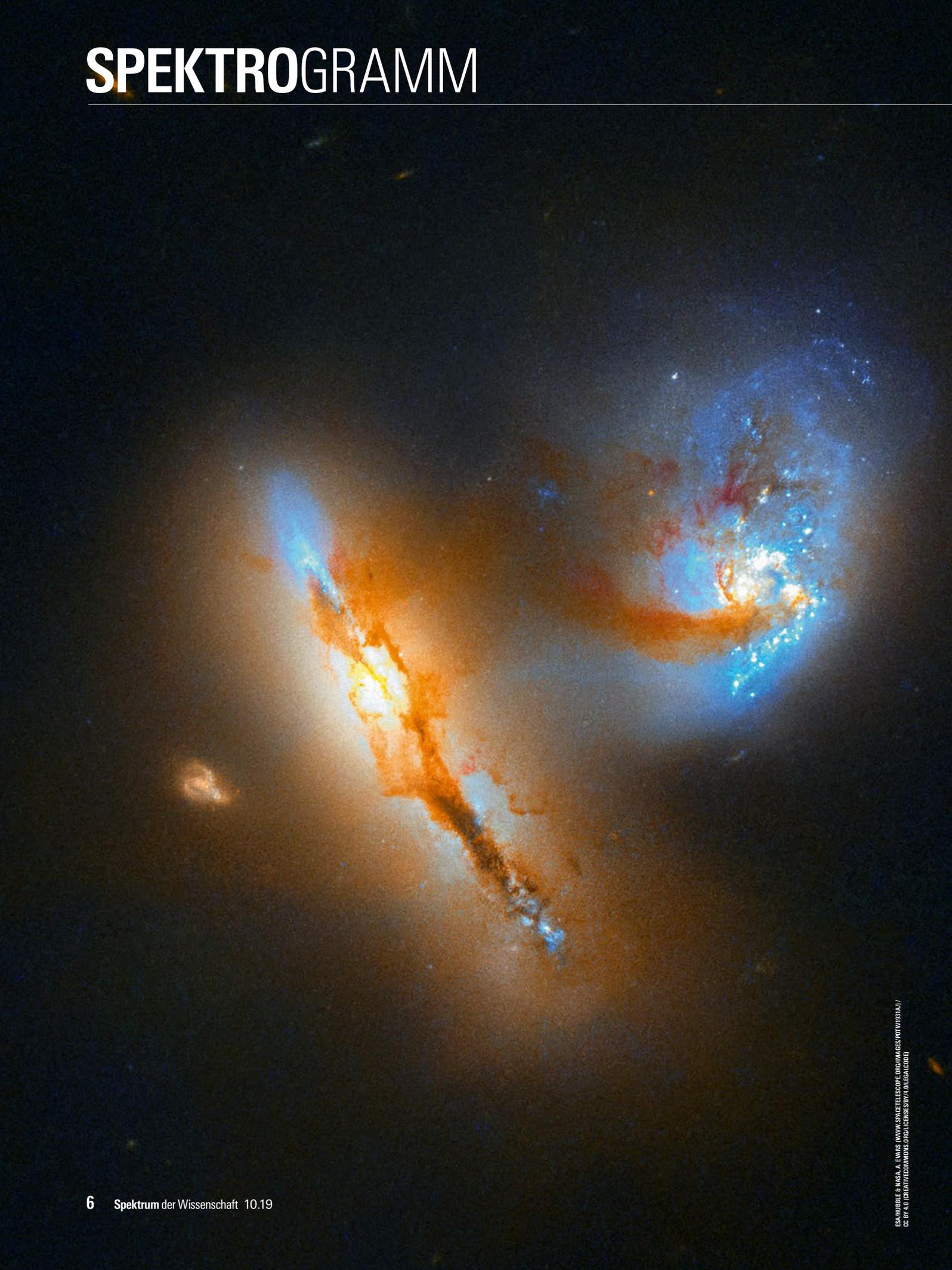


SPEKTROGRAMM



ESA/HUBBLE & NASA, A. EVANS (WWW.SPACE TELESCOPE.ORG/IMAGES/POT/11831A/) / CC BY 4.0 (ICREANTVCOMMISSIONS.ORG/ICREANTV/4.0/LEGALCODE)

TANZ ZWEIER GIGANTEN

▶ Galaxien enthalten Milliarden von Sternen und erstrecken sich über hunderttausende Lichtjahre. Wenn sich zwei der Giganten in den Weiten des Alls begegnen, beginnt ein imposantes Schauspiel: Die Schwerkraft zieht die beiden immer enger zusammen, gleichzeitig verändert sich ihre Form drastisch.

Mit dem Hubble-Weltraumteleskop ist nun der Schnappschuss eines solchen Spektakels gelungen. Die Aufnahme zeigt das Galaxienduo UGC 2369, das 420 Millionen Lichtjahre entfernt von uns gerade Tuchfühlung aufgenommen hat. Die beiden Partner haben bereits große Mengen Gas ausgetauscht, die nun eine Art Brücke zwischen den Welteninseln bilden. Als Nächstes werden auch die Sterne durcheinanderwirbeln.

Mittelfristig könnten die beiden Galaxien dann zu einem noch größeren Objekt verschmelzen. Etwas Ähnliches steht dereinst auch unserer Milchstraße bevor: In rund vier Milliarden Jahren wird sie mit der benachbarten Andromeda-Galaxie kollidieren.

NASA-Mitteilung, August 2019

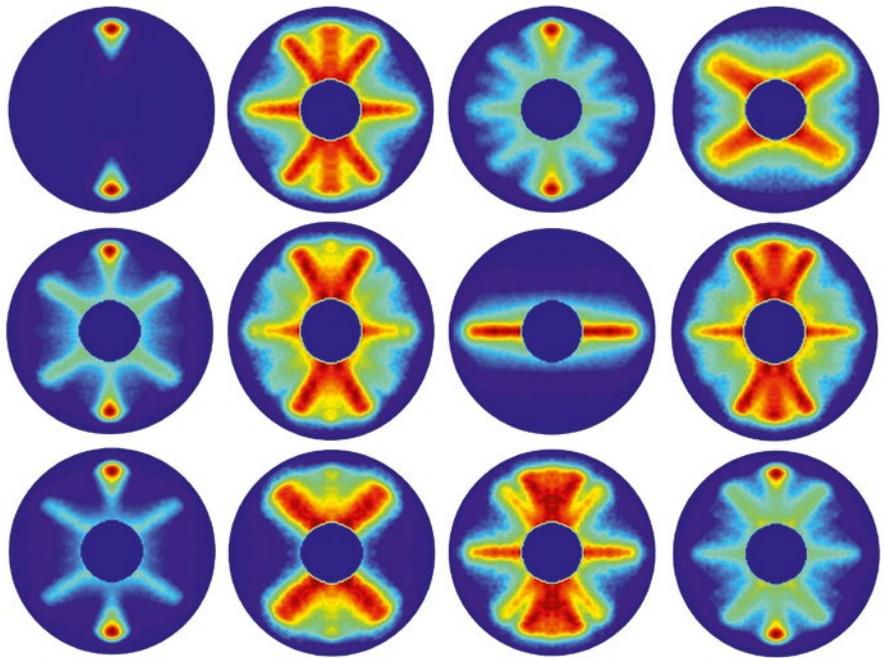
SPEKTROGRAMM

PHYSIK FILM EINER MOLEKÜLDREHUNG

Seit Langem versuchen Physiker, die extrem flotten Bewegungen von Molekülen zu filmen. Ein Team um Jochen Küpper vom Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY in Hamburg hat nun ein eindrucksvolles Beispiel für ein solches »Molekülkino« präsentiert. Es zeigt, wie sich ein Carbonylsulfidmolekül (OCS), das aus einem Sauerstoff-, einem Kohlenstoff- und einem Schwefelatom besteht, während einer Drehung verändert.

Um den Film aufzunehmen, beschossen die Forscher wiederholt OCS-Moleküle mit zwei unmittelbar aufeinander folgenden Infrarot-Laserpulsen. Der erste brachte die stabförmige Verbindung in Ausgangsstellung, der zweite ließ sie um ihre eigene Achse rotieren. Mit einem weiteren Laserpuls trennten die Physiker die Moleküle in zwei Teile, wobei sie die Flugrichtung der freigesetzten Sauerstoffionen erfassten.

Die Gruppe wiederholte die Messung immer wieder, sprengte die OCS-Moleküle jedoch stets etwas später. Dadurch lichtete sie den ioni-



Drehung eines OCS-Moleküls: Zu sehen sind alle Regionen, in denen sich das Sauerstoffion aufhalten kann (rot). Es bildet stets das eine Ende der stabförmigen Verbindung.

sierten Sauerstoff jeweils zu einem anderen Zeitpunkt ab. So entstanden 651 Einzelbilder, die zusammengesetzt eineinhalb Drehungen von Carbonylsulfid zeigen. Das Molekül benötigt dafür 125 billionstel Sekunden.

Oftmals sind die Sauerstoffionen auf den Bildern nicht genau lokalisiert; ihnen stehen mehrere »Orbitale« zur Auswahl. Verantwortlich ist die berühmte Unschärferelation von Werner Heisenberg. Ihr zufolge lassen sich Ort und Impuls eines Teilchens nicht zur selben Zeit eindeutig bestimmen; Forscher können daher nur Aufenthaltswahrscheinlichkeiten angeben.

Nature Communications 10.1038/s41467-019-11122-y, 2019

BIOCHEMIE AMINOSÄUREN STABILISIERTEN DIE ERSTEN ZELLVORLÄUFER

Die meisten Fachleute sind sich einig, dass schon die ersten Zellvorläufer zwei wichtige Eigenschaften hatten: Sie wiesen eine Grenze zwischen innen und außen auf, außerdem enthielten sie einen Informationsträger. Bei Letzterem handelte es sich vermutlich um Moleküle der Ribonukleinsäure (RNA). Fettsäuren bildeten hingegen umschließende Hüllen, die sich in Wasser spontan zu Kugeln und hohlen Säckchen zusammenlagern.

Biochemiker argumentieren schon länger, dass diese Sichtweise auf einen Widerspruch hinausläuft: RNA benötigt Salze, um zu funktionieren. Diese lassen jedoch die schützenden Membranen zusammenbrechen. Die

beiden entscheidenden Bestandteile der ersten Zellvorläufer scheinen sich also gegenseitig auszuschließen.

Möglicherweise kann die dritte Stoffklasse des Lebens, die Aminosäuren, diesen Gegensatz überbrücken, vermutet nun eine Arbeitsgruppe um Sarah Keller von der University of Washington. Das Team hat untersucht, wie drei präbiotische Aminosäuren, deren Existenz auch auf der unbelebten Erde als plausibel gilt, mit Membranen wechselwirken. Dabei stellte sich heraus, dass die Aminosäuren an die Membranbestandteile binden und sie dabei stabilisieren. Durch die Bindung reichern sich die kleinen Moleküle auf engem Raum an, was

wiederum ihre Reaktion zu frühen Proteinen gefördert haben könnte, spekulieren die Wissenschaftler. Außerdem bilden die Fettsäuren in Gegenwart von Salz und Aminosäuren mehrwändige, zwiebelartige Strukturen, wie sie auch in lebenden Zellen vorkommen.

Die Mechanismen dieser Wechselwirkung sind allerdings noch unklar. Dank der neuen Erkenntnis müsse man jedoch keineswegs mehr von unwahrscheinlichen Zufällen ausgehen, um die Entstehung des Lebens zu erklären, so die Forscher. Vielmehr scheinen chemische und physikalische Notwendigkeiten den Weg gewiesen zu haben.

PNAS 10.1073/pnas.1900275116, 2019

PALÄOGENETIK DAS GEHEIMNIS DES »KNOCHENSEES«

► Nur einen Monat pro Jahr ist der Roopkund-See im Himalaja einigermaßen frei von Schnee und Eis. Dann aber bietet er Besuchern einen wahrhaft schaurigen Anblick: Tausende Knochen, teils noch mit anhaftendem Fleisch, lagern in und um den 5000 Meter hoch gelegenen Bergsee. Schätzungen zufolge starben hier viele hundert Menschen. Aber wann? Und unter welchen Umständen?

Ein internationales Team von Paläogenetikern hat nun 38 Knochenproben analysiert – und kommt damit der Lösung des Rätsels einen Schritt näher. Den Forschern zufolge stammen die Gebeine aus zwei weit auseinanderliegenden Zeiträumen. Ein Teil gehörte zu Menschen, die um das Jahr 800 lebten. Andere Knochen sind deutlich jünger, die Forscher datieren sie auf das Jahr 1800.

Der Roopkund-See im indischen Himalaja (unten) ist seit Langem das makabare Ziel von Wandertouren: In und um den See liegen die Gebeine hunderter Menschen. Offenbar starben sie weder durch eine Epidemie noch durch ein Massaker, sondern zu verschiedenen Zeitpunkten.

Eine Überraschung ist auch die Herkunft einer der Gruppen. Während viele der Toten indischer Abstammung waren, gehen die jüngeren Knochen auf Menschen aus dem östlichen Mittelmeerraum zurück. Wie diese in den Himalaja gelangten, ist allerdings völlig offen. Die Forscher hoffen, dass Aufzeichnungen in Archiven einen Anhaltspunkt liefern – dort müsste eine größere Gruppe, die im Himalaja verschollen ist, eigentlich Spuren hinterlassen haben.

Für die älteren Skelette haben die Forscher immerhin eine Theorie: Womöglich handelte es sich um Gläubige, die an dem hinduistischen Fest Nanda Devi Raj Jat teilnahmen. Der Pilgerweg verläuft in nicht allzu weiter Entfernung vom Roopkund-See. Vielleicht wurden die Wallfahrer dort von schlechtem Wetter überrascht und erfroren an der heutigen Fundstätte.

Nature Communications 10.1038/s41467-019-11357-9, 2019



PRANOD JOGLEKAR, DECCAN COLLEGE, INDIA



ATISH VAGBIWASE

BIOLOGIE

SCHWERSTER BEKANNTER PAPAGEI

► Paläontologen haben in Neuseeland zwei ungewöhnlich große Unterschenkelknochen eines Vogels ausgegraben. Die Fossilien gehörten vermutlich zu einem riesigen Papagei, der vor 19 Millionen Jahren gelebt hat. Das folgert das Team um Trevor Worthy von der australischen Flinders University aus Vergleichen mit den Knochen anderer Papageien.

Heracles inexpectatus (benannt nach dem Sagenhelden Hercules) war demnach ungefähr einen Meter groß und brachte sieben Kilogramm auf die Waage. Er wog damit doppelt so viel wie der schwerste heute lebende Papagei, der vom Aussterben bedrohte Kakapo.

Der Fund stammt aus dem Gebiet um die ehemalige Goldgräberstadt Saint Bathans; hier buddeln Paläontologen immer wieder die Fossilien ausgestorbener Vögel aus. Die Flora und Fauna Neuseelands bot ihnen offenbar ideale Lebensbedingungen und verhalf vielen Arten zu enormem Wachstum.

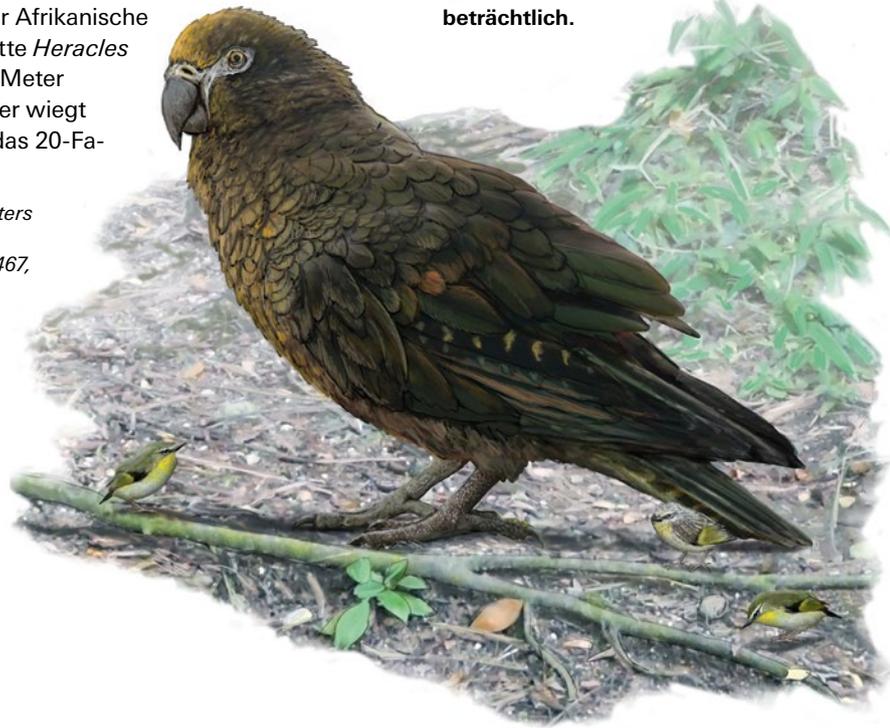
Die Gruppe um Trevor Worthy vermutet, dass der nun entdeckte Riesenpapagei nicht fliegen konnte. Bei seiner stattlichen Körpergröße sollte er jedoch einen massiven, kräftigen Schnabel gehabt haben. Die Art

musste sich also nicht nur von üblichem Papageienfutter wie Samen, Früchten und Insekten ernähren, sondern hätte prinzipiell auch größere Tiere fressen können, spekulieren die Forscher.

Auf anderen Inseln, etwa auf Mauritius, den Fidschi-Inseln oder Hawaii, haben sich ebenfalls gefiederte Giganten oder riesige Eulen entwickelt. Der größte heute lebende Vogel ist allerdings kein Inselbewohner, sondern südlich der Sahara heimisch: Der Afrikanische Strauß hätte *Heracles* um einen Meter überragt, er wiegt mitunter das 20-Fache.

Biology Letters
10.1098/
rsbl.2019.0467,
2019

BRIAN CHIO, FLINDERS UNIVERSITY



PAUL SCOFIELD, CANTERBURY MUSEUM

Der Riesenpapagei *Heracles inexpectatus* wurde bis zu einen Meter groß – und überragte damit andere Vögel beträchtlich.

OPTIK

LÖSUNG FÜR LINSENPROBLEM

► Licht am Rand einer Linse wird anders gebrochen als in der Mitte, Physiker sprechen von sphärischer Aberration. Sie sorgt dafür, dass eine Sammellinse parallel einfallende Lichtstrahlen nicht genau auf einen Punkt fokussiert. Der Effekt lässt sich ausgleichen, indem man die Linse durch optische Bauteile mit anderer Krümmung ergänzt.

Oder man entwirft am Computer eine einzelne Linse mit maßgeschneiderten Oberflächen, welche die sphärische Aberration für eine bestimmte

Situation exakt ausgleichen kann. Hier die richtige Form zu finden, ist jedoch sehr aufwändig. Bisher müssen Forscher dazu Näherungsverfahren anwenden, die viel Rechenzeit beanspruchen.

Die Entdeckung dreier Physiker um Rafael G. González-Acuña vom Institut für Technologische und Höhere Studien in Monterrey, Mexiko, könnte das künftig ändern: Sie haben eine Formel gefunden, mit der man das Linsenproblem analytisch lösen kann, also sehr viel schneller und eleganter als bisher.

Der einzige freie Parameter in dem Modell ist die innere Fläche der Linse. Aus ihr kann man leicht die ideale Linsenform für eine bestimmte Abbildung berechnen. In Computersimulationen ließ sich die Aberration so komplett beseitigen. Nun hoffen die Forscher auf eine Anwendung in der optischen Industrie. Dort könnte die analytische Lösung die Herstellung von Speziallinsen vereinfachen.

Applied Optics 10.1364/AO.58.001010,
2019

ASTRONOMIE EXOPLANET VERDAMPFT EISEN

► WASP-121b ist eine bizarre Welt. Zum einen ist der Exoplanet knapp doppelt so groß wie Jupiter. Zum anderen zieht der 900 Lichtjahre entfernte Gasriese extrem enge Bahnen um seinen Stern, was seine Gashülle auf 2100 Grad Celsius aufheizt.

Nun lassen neue Messdaten WASP-121b noch etwas extremer erscheinen. Die Hitze des nahen Sterns sorgt offenbar dafür, dass in der Atmosphäre des Planeten laufend Eisen verdampft und in großen Mengen ins Weltall strömt, berichtet ein Team um David Sing von der Johns Hopkins University in Baltimore. Die Forscher haben das ferne Sternsystem wiederholt mit dem Hubble-Weltraumteleskop beobachtet. Immer dann, wenn WASP-121b an seiner Sonne vorüberzog, zeigten sich

für Eisen charakteristische Absorptionslinien im nahen Ultraviolett Spektrum des Sternlichts. Diese tauchten auch in einem Abstand auf, der eigentlich außerhalb jenes Bereichs liegt, in dem die Schwerkraft des Planeten dominiert.

Bisher haben Astronomen in den äußeren Atmosphären der allermeisten Exoplaneten nur leichtere Elemente nachgewiesen, darunter Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff und Magnesium. Dass sich bei WASP-121b ebenfalls Eisen in die flüchtige Gashülle mischt, führen die Forscher auf die Nähe zu seinem Stern zurück. Der Exoplanet benötigt nicht einmal

eineinhalb Tage für einen Umlauf, die Distanz entspricht lediglich acht Prozent der kürzesten Strecke zwischen Sonne und Merkur.

Dadurch erwärmt sich WASP-121b stärker als andere jupiterähnliche Planeten. Deren Inneres ist kalt genug, um Eisen zu einer Flüssigkeit kondensieren zu lassen. Es sammelt sich dann unter anderem in Wolken in den unteren Schichten der Atmosphäre. Im Fall von WASP-121b können die Metalltröpfchen jedoch verdampfen und dadurch ins Weltall aufsteigen.

The Astronomical Journal 10.3847/1538-3881/ab2986, 2019



NASA, ESA, AND J. OLMSTED (STSC) / HUBBLESTIC.ORG/IMAGE646/1

Unsere Neuerscheinungen!

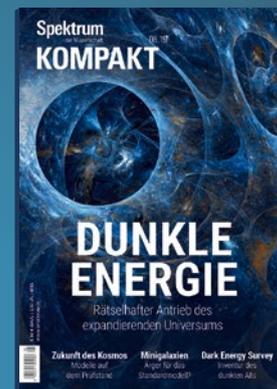
Alle
Sonderhefte
auch im
PDF-Format



Gravitation: Gibt es die Dunkle Materie wirklich? • Sternsysteme: Der Stammbaum der Sonne • Messkampagnen: Ein Himmel voller Exoplaneten • Detektoren: Eine Falle für Axionen • Dunkle Energie: Streit um Hubbles Erbe • € 8,90



Eine kurze Geschichte des Goldes • Rheingold: Der wahre Nibelungenschatz • Qatna: Prunkvoll in die Gruft • Java: Die Herren der Goldringe • Kelten: Krieger mit Goldschmuck • Skandinavien: Die Schätze der Wikinger • € 8,90



Zukunft des Kosmos: Modelle auf dem Prüfstand • Minigalaxien: Ärger für das Standardmodell? • Dark Energy Survey: Inventur des dunklen Alls • De-Sitter-Universen: Führt die Stringtheorie ins Sumpfland? • € 5,90

Hier bestellen:

service@spektrum.de | Tel.: 06221 9126-743

www.spektrum.de/shop